

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-094774

(43)Date of publication of application : 07.04.1995

(51)Int.Cl.

H01L 31/10

H01L 27/14

(21)Application number : 05-236489

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 22.09.1993

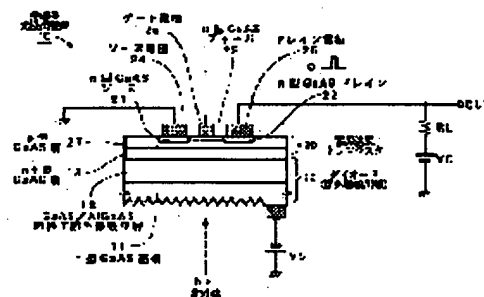
(72)Inventor : NONAKA KENICHI

## (54) SEMICONDUCTOR PHOTODETECTOR AND IMAGE SENSOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a signal corresponding to the intensity of a light entering a super-lattice structure light detecting part which is provided on a semiconductor substrate by a method wherein a field effect transistor is built up on the light detecting part and a gate voltage is applied to the field effect transistor.

**CONSTITUTION:** A field effect transistor 20 is built up on a diode 10 which is an infrared detector. While the infrared radiation does not enter, a superlattice infrared absorbing layer 12 has a relatively high resistance and a substrate bias is not applied to the channel of the field effect transistor 20. Therefore, a current is applied to the field effect transistor 20. On the other hand, when the infrared radiation enters, the superlattice infrared absorbing layer 12 shows low resistance corresponding to the intensity of the infrared radiation and the current applied to the field effect transistor 20 is reduced. Thus, the information concerning the intensity of the incident infrared radiation can be detected by the current applied to the field effect transistor 20.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-94774

(43) 公開日 平成7年(1995)4月7日

(51) IntCl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 31/10

27/14

7210-4M

H 0 1 L 31/10

27/14

E

K

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-236489

(22) 出願日 平成5年(1993)9月22日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 野中 賢一

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

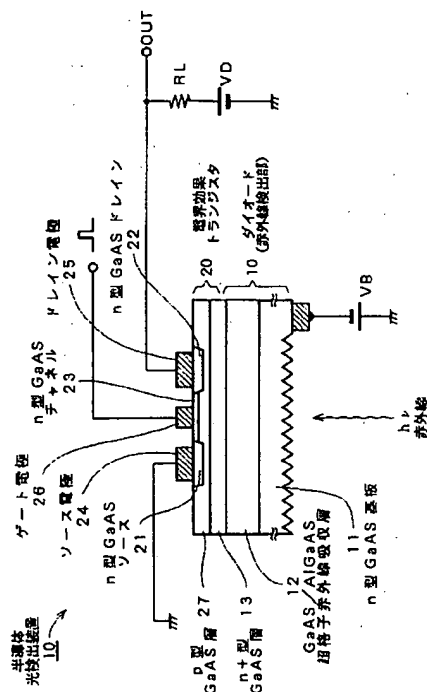
(74) 代理人 弁理士 下田 容一郎 (外3名)

(54) 【発明の名称】 半導体光検出装置およびイメージセンサ

(57) 【要約】

【目的】 高感度で高集積化に対応できる半導体光検出装置、ならびに、高感度で高解像度のイメージセンサを提供する。

【構成】 半導体光検出装置1は、赤外線等の光検出部としてのダイオード10と、信号読み出し用スイッチとしてのショットキゲート型の電界効果トランジスタ20とから構成される。ダイオード10は、n型GaAs基板11、GaAs/AlGaAs超格子赤外線吸収層12およびn+型GaAs層13からなり、n型GaAs基板11とn+型GaAs層13がダイオード10の電極として作用する。電界効果トランジスタ20は、n型GaAsソース21、n型GaAsドレイン22、n型GaAsチャネル23、ソース電極24、ドレイン電極25、ゲート電極26およびp型GaAs層27からなる。この電界効果トランジスタ20は、赤外線検出部であるダイオード10の上に積層して形成している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に超格子構造の光検出部を設け、この光検出部に電界効果トランジスタを積層したことを特徴とする半導体光検出装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の半導体光検出装置を同一半導体基板上に複数個アレイ状に配設したことを特徴とするイメージセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、超格子構造を備え赤外線を含む光を検出する半導体光検出装置、および、同半導体光検出装置を用いたイメージセンサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 赤外線等の光検出器として、従来から焦電型センサと半導体型センサが知られている。焦電型センサは低感度でありまた集積化が難しいことから単体センサとして利用されており、半導体型センサは主にイメージセンサとして用いられている。

【0003】 半導体型センサは、シリコンのショットキダイオードをセンサとするモノリシック型と、インジウム・アンチモン (InSb) や水銀・カドミウム・テルル (HgCdTe) をセンサとし走査回路はシリコン C D 等を用いるハイブリッド型とに大別される。モノリシック型はシリコン L S I 技術が応用できるために集積化が容易であるが、ショットキダイオードで光を検出するために検出感度が低く、また、分光感度設計の自由度も少ない。一方、ハイブリッド型は高感度ではあるが、インジウム・アンチモン (InSb) や水銀・カドミウム・テルル (HgCdTe) の集積化技術に課題がある。

【0004】 そこで、インジウム・アンチモン (InSb) や水銀・カドミウム・テルル (HgCdTe) よりも集積技術の発達したガリウム・砒素 (GaAs) 系化合物を用いた超格子構造の赤外線検出器が、特開昭 63-246626 号公報で提案されている。

【0005】 図 4 は従来の GaAs 系超格子型赤外線検出器の模式構造断面図である。図 4 (a) は従来の GaAs 系超格子型赤外線検出器 40 は、半導体基板 41 の上に n 型半導体電極層 42 を形成し、その上に赤外線を吸収する GaAs/AlGaAs 超格子層 43 を形成している。符号 44 は n 型半導体電極層である。各 n 型半導体電極層 42、44 上に金属電極 45、46 をそれぞれ形成し、これらの金属電極 45、46 間に電圧を印加する。半導体基板 41 は、超格子層 43 での赤外線吸収効率を上げるために傾斜加工している。

【0006】 図 4 (b) は超格子層の詳細構造を示す。GaAs/AlGaAs 超格子層 43 には、井戸層 47 と障壁層 48 が交互に形成されている。通常、井戸層 47 は数 10 層設けられている。

【0007】 図 5 は超格子層の伝導帯のエネルギー構造の説明図であり、約 3 周期分のエネルギー構造の示したものである。図 5 中で符号 51 は伝導帯のエネルギーレベル、符号 52 は井戸内で量子化されたエネルギーレベル、符号 53 は伝導帯の連続的エネルギーレベルである。超格子層 43 に入射した赤外線のうち連続的エネルギーレベル 53 と量子化されたエネルギーレベル 52 との差に対応した赤外線が吸収される。吸収したエネルギーによって量子化レベル 52 にある電子は連続的エネルギーレベル 53 に励起され、外部電界によって電流として取り出される。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来技術にあつては GaAs 系超格子型赤外線検出器単体については示されているが、これだけでは信号を順次読み取る動作は実現できない。このため、同検出器で検出した赤外線等の強度 (光量) に応じた電流等の信号を効率良く取り出すとともに、高集積化に対応できる半導体光検出装置ならびにそれを用いたイメージセンサが要望されていた。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するため請求項 1 に係る半導体光検出装置は、半導体基板上に超格子構造の光検出部を設け、この光検出部に電界効果トランジスタを積層したことを特徴とする。

【0010】 請求項 2 に係るイメージセンサは、請求項 1 記載の半導体光検出装置を同一半導体基板上に複数個アレイ状に配設したことを特徴とする。

## 【0011】

【作用】 請求項 1 に係る半導体光検出装置は、電界効果トランジスタにゲート電圧を印加することによって、超格子構造の光検出部に入射した光の強度 (光量) に応じた信号を取り出すことができる。電界効果トランジスタは光検出部の上に形成しているため、光検出部を設けるために基板の平面方向に新たな領域を必要とせず、光検出部の高密度配置が可能である。

【0012】 また、請求項 1 記載の半導体光検出装置を同一半導体基板上に複数個アレイ状に配設することで、高感度高解像度のイメージセンサを提供することができる。

## 【0013】

【実施例】 以下この発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。図 1 はこの発明に係る半導体光検出装置の一例を示す模式構造断面図である。この半導体光検出装置 1 は赤外線検出用のものであつて、赤外線検出部としてのダイオード 10 と、信号読み出し用スイッチとしてのショットキゲート型の電界効果トランジスタ 20 とから構成される。

【0014】 赤外線検出部であるダイオード 10 は、n 型 GaAs 基板 11、GaAs/AlGaAs 超格子赤外線吸収層 12 および n+ 型 GaAs 層 13 からなり、

3

n型GaAs基板11とn+型GaAs層13がダイオード10の電極として作用する。

【0015】信号読み出し用の電界効果トランジスタ20は、n型GaAsソース21、n型GaAsドレイン22、n型GaAsチャネル23、ソース電極24、ドレイン電極25、ゲート電極26およびp型GaAs層27からなる。この電界効果トランジスタ20は、赤外線検出部であるダイオード10の上に積層して形成している。

【0016】この半導体光検出装置1は、赤外線h $\nu$ を基板11側から入射させる構造であり、超格子赤外線吸収層12に入射する成分を増加させて赤外線吸収効率を上げるために、基板11にグレーティング構造を設けている。

【0017】電界効果トランジスタ20のソース21を接地し、ドレイン22には負荷抵抗RLを介して電圧VDを供給し、基板11には負電圧VBを供給している。そして、読み出し制御端子28からゲート電極26に読み出し信号を加えることで、出力端子29に赤外線h $\nu$ の強度に応じた出力電圧を得る。入射する赤外線h $\nu$ の強度に対応して赤外線吸収層12の抵抗値が変化し、その結果、電界効果トランジスタ20のゲート直下に加わるバイアス電位が変化するため、赤外線h $\nu$ の強度に応じたドレイン電流が流れ、負荷抵抗RL端に赤外線h $\nu$ の強度に応じた出力電圧を得ることができる。

【0018】赤外線検出部であるダイオード10の上に、超格子赤外線吸収層12側がバックゲートとなる電界効果トランジスタ20を縦方向に形成する構造としたので、全ての層は一連のエピタキシャル成長で形成でき、製造プロセスを簡略化できる。

【0019】図2はこの発明に係る半導体光検出装置の伝導帯および価電子帯のエネルギー構造を示す説明図である。実線は赤外線が入射していない状態、点線は赤外線が入射した状態でのポテンシャル図を示している。赤外線が入射していない状態では、超格子赤外線吸収層12は比較的高抵抗であり、電界効果トランジスタ20のチャネルには基板バイアスが加わらないため電界効果トランジスタ20には電流が流れる。一方、赤外線が入射すると、超格子赤外線吸収層12は赤外線の強度に応じて低抵抗となり、基板バイアスが電界効果トランジスタ20のチャネルに加わり、電流が減少される。赤外線の強度が極めて大きい場合は電流が遮断される。このように、入射赤外線の強弱の情報が電界効果トランジスタ20の電流により検出される。

【0020】図3は請求項2に係るイメージセンサの等価回路構成図である。請求項2に係るイメージセンサ30は、図1に示した半導体光検出装置1を同一基板上にn $\times$ m個アレイ状に配設し、さらにm個の水平方向の信号読み出し用電界効果トランジスタ31a $\sim$ 31mを配列し、各行毎にドレイン電圧を供給するとともに、各列

4

毎に半導体光検出装置の電界効果トランジスタにゲート電圧を印加することで、特定の1個の画素（半導体光検出装置）の信号を読み出す（X-Yアドレス方式）構成としている。

【0021】各画素は赤外線検出部であるダイオード10と、信号読み出し用の電界効果トランジスタ20で構成され、すべてのダイオード10は全画素に共通の外部電位VBにバイアスされている。符号 $\phi$ H1 $\sim$  $\phi$ Hmは水平方向の信号読み出し用電界効果トランジスタ31a $\sim$ 31mにゲート電圧を供給するための行指定端子、符号 $\phi$ V1 $\sim$  $\phi$ Vnは各列毎に半導体光検出装置の電界効果トランジスタにゲート電圧を印加するための列指定端子である。

【0022】以上の構成であるから、行指定端子および列指定端子のゲート電圧を印加することによって、X-Yアドレスで指定された画素に入射された光の強度（光量）を出力端子OUTから取り出すことができる。請求項2に係るイメージセンサ30は、赤外線等の光検出部であるダイオード10と、信号読み出し部である電界効果トランジスタ20が縦方向に形成しているため、面積効率がよく高感度高解像度を得ることができる。

【0023】なお、本実施例では赤外線の検出を例に説明したが、本発明はそれに限らず可視光等にも応用できる。また、材料も、InGaAs等の化合物半導体を用いることができる。

【0024】

【発明の効果】以上に説明したように請求項1に係る半導体光検出装置は、半導体基板上に超格子構造の光検出部を設け、この光検出部上に電界効果トランジスタを積層したので、面積効率がよく高感度の光センサを得ることができる。

【0025】請求項2に係るイメージセンサは、請求項1に係る半導体光検出装置を同一基板上に複数個アレイ状に配設したので、面積効率がよく高感度高解像度を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る半導体光検出装置の一例を示す模式断面構造図

【図2】この発明に係る半導体光検出装置の伝導帯および価電子帯のエネルギー構造を示す説明図

【図3】請求項2に係るイメージセンサの等価回路構成図

【図4】従来のGaAs系超格子型赤外線検出器の模式構造断面図

【図5】超格子層の伝導帯のエネルギー構造の説明図

【符号の説明】

10 赤外線検出部を構成するダイオード

11 基板

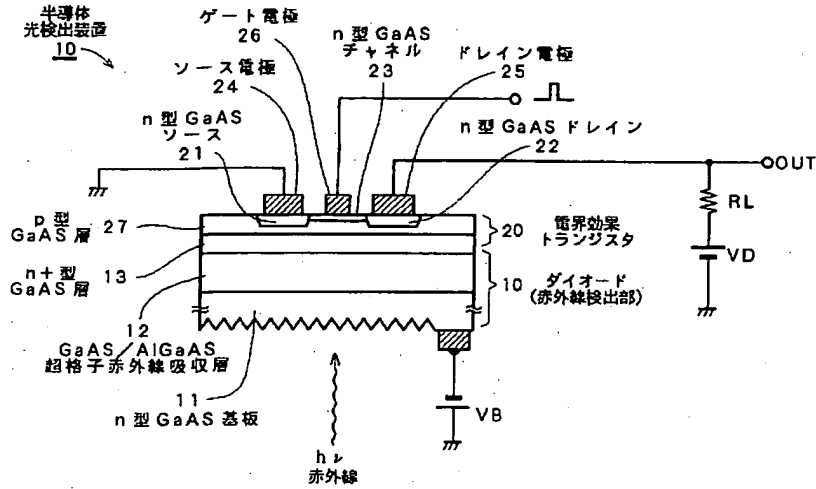
12 超格子構造赤外線吸収層

20 電界効果トランジスタ

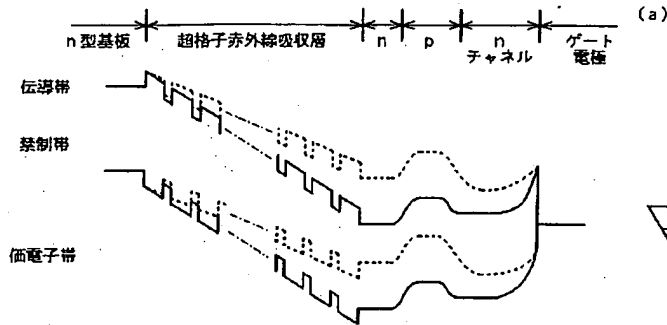
21 ソース  
22 ドレイン  
23 チャンネル

24 ゲート電極  
30 イメージセンサ  
31 水平方向の信号読み出し用電界効果トランジスタ

【図1】

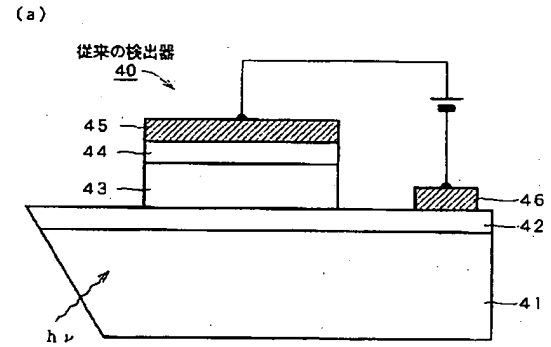


【図2】

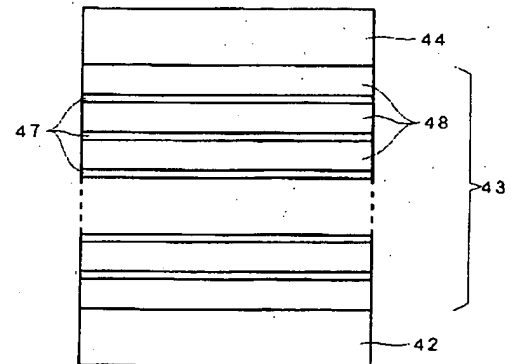


実線：赤外線入射なし  
点線：赤外線入射 有

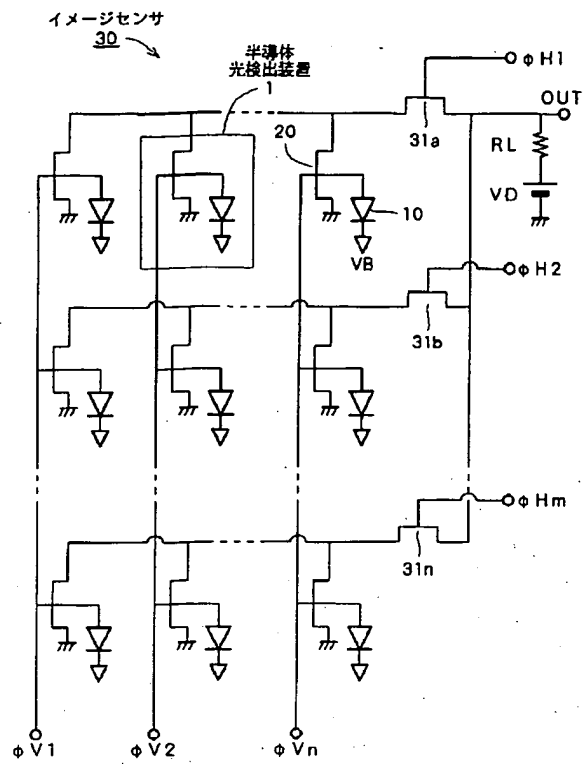
【図4】



(b)



【図3】



【図5】

